

XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных
«Молодёжь и современные информационные технологии»

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ШАГАЮЩЕЙ МОБИЛЬНОЙ КВАДРОПОД – ПЛАТФОРМОЙ

Д.Н. Репин

Научный руководитель: Тутов Иван Андреевич

Томский политехнический университет

tyubis@mail.ru

Современные разработки в области автоматизации технических процессов привели к внедрению роботов во все сферы человеческой деятельности.

Создание автоматических систем, которые могут быть использованы на многих стадиях исследований и работы, также способных облегчить труд человека, является актуальной научной и технической задачей [1]. Одним из важнейших классов таких систем является класс шагающих роботов, предназначенных для перемещения по труднопроходимой поверхности, порой с заранее неизвестным рельефом. Преимущество в проходимости шагающего робота обуславливает высокую сложность конструкции и алгоритмов управления.

Отличительной особенностью движения шагающих платформ является необходимость управления сразу несколькими приводами. Шагающая мобильная квадропод - платформа оснащена двенадцатью приводами, по три на каждую из конечностей. Модель робота в системе autodesk autocad представлена на рисунке 1. [2]

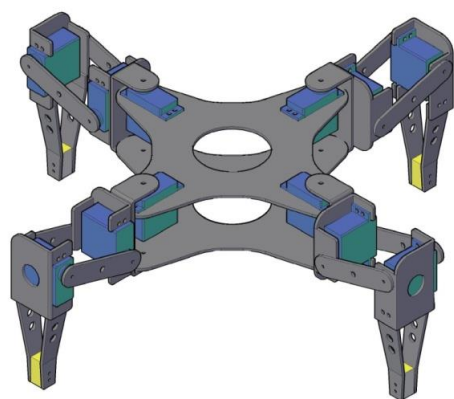


Рис.1. Шагающая мобильная квадропод – платформа

Для шагающего робота в процессе выноса конечности должен осуществляться контроль высоты положения стопы над поверхностью, при этом, если высота любой из стоп становится меньше допустимой, то производится подъём до наименьшей допустимой высоты, а затем производится вынос ноги. Конец движения должен сопровождаться восстановлением горизонтального положения платформы и смещением центра масс в зону равновесия. При опоре на три конечности с совершением шага место положения геометрического центра масс изменяет-

ся, что может приводить к падению робота. Таким образом, для стабилизации движения требуется реализовать двухуровневый алгоритм (рисунок 2).

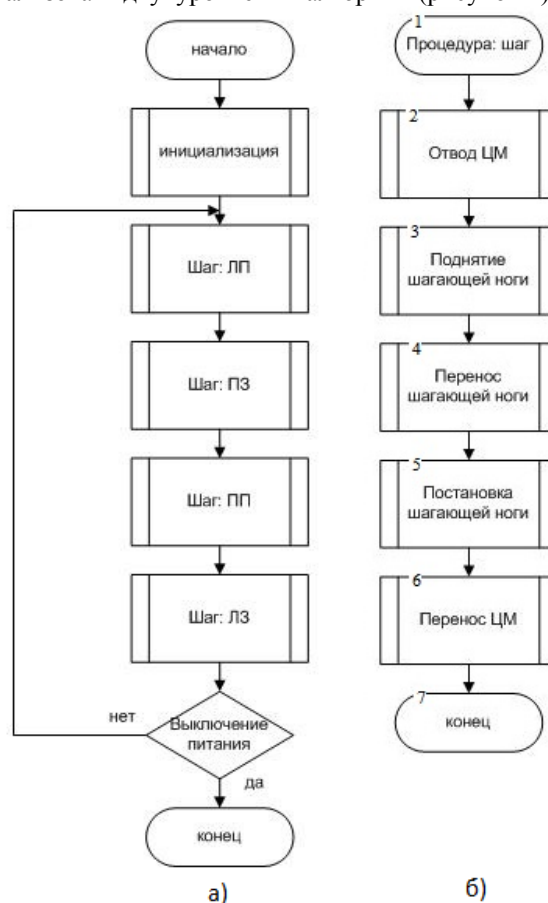


Рис.2. а) верхний уровень; б) нижний уровень

Последовательность исполнения процедур верхнего уровня даёт возможность роботу одновременно опираться на три конечности, перемещаясь при этом на величину шага. В свою очередь процедура шаг содержит в себе набор процедур нижнего уровня: передача управляющего воздействия на сервоприводы для осуществления движения конечностью и стабилизация.

Для апробации разработанного алгоритма при помощи программных сред autodesk autocad, Matlab 10 (пакеты: simulink, simmechanics, nettools) была составлена математическая модель квадропод – платформы

Модель одной конечности робота представлена на рисунке 3. Блоки «Body» - моделируют корпусные детали робота. Отличительная черта блока состоит не только в задании габаритных параметров

объекта, но и его массы. Блоки «Revolute» – моделируют шарнирные соединения в различных плоскостях ортогональных друг другу. Данный блок имеет возможность подключения к блоку возмущения и блоку сенсоров. Блоки «IC» – формируют возмущающее воздействие в виде задания угла поворота.

Виртуальная модель имеет все степени свободы присущие реальному роботу и позволяет аналитическими методами, по правилам Денавита-Хартенберга [3], формировать закон управления:

$$\begin{aligned} x &= k \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) + m \cdot \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \sin(q_2) + \right. \\ &\quad \left. + \cos\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \cos(q_2)\right] + l \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \cos(q_2); \\ y &= k \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) + m \cdot \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \sin(q_2) + \right. \\ &\quad \left. + \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \cos(q_2)\right] + l \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_1\right) \cdot \cos(q_2); \\ z &= l \cdot \sin(q_2) - m \cdot \left[\cos\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \cos(q_2) - \sin\left(\frac{\pi}{2} + q_3\right) \cdot \sin(q_2)\right]. \end{aligned}$$

Представленные выражения являются решением прямой задачи кинематики для конечности относительно абсолютной системы координат, находящейся в центре масс платформы.

Результат моделирования в среде simmechanics представлен на рисунке 4. Данная модель отражает работоспособность системы.

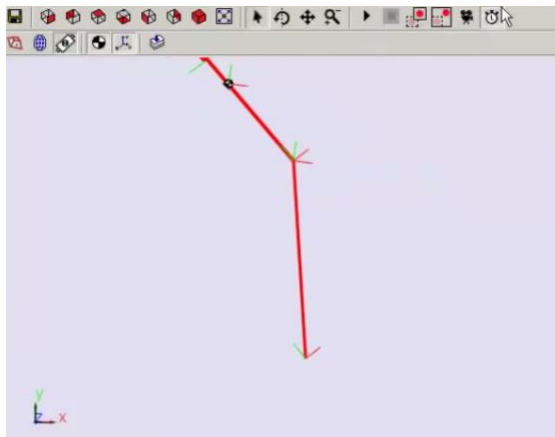


Рис. 4. Результат работы модели simmechanics

На рисунке 5 приведена область нахождения центра масс робота. Решение было сведено к нахождению области устойчивого положения робота численными методами. В результате был сфор-

мирован массив данных, ограничивающий зоны перемещения центра масс платформы при ходьбе.

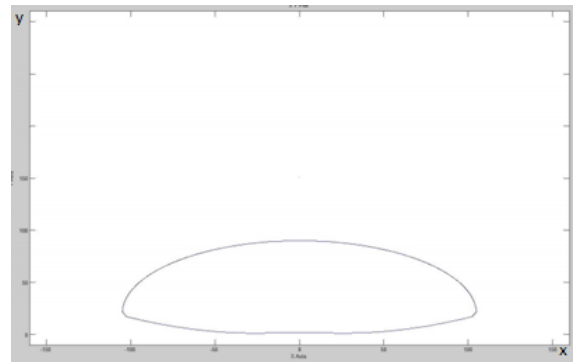


Рис. 5. Область нахождения центра масс при движении передними конечностями

Заключение

На текущий момент на основе проведённых исследований был построен прототип робота, составлена математическая модель, разработан алгоритм для движения по прямой.

Литература

1. Юревич Е.И. Основы робототехники 2-ое издание // БХВ-Петербург, 2005. - 203 с.
2. Репин Д.Н. Применение систем CAD/CAM/CAE в проектировании шагающей мобильной платформы [Электронный ресурс] // Современные техника и технологии: сборник трудов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 14-18 Апреля 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 239-240.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учебное пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. // М.: Наука, 1988. - 640 с.
4. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. — М.: Наука, 1978. — 400 с.
5. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
6. Официальный сайт Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.cc> Режим доступа: свободный (дата обращения: 18.06.2014)
7. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. // Санкт – Петербург, 2012. – 256 с.

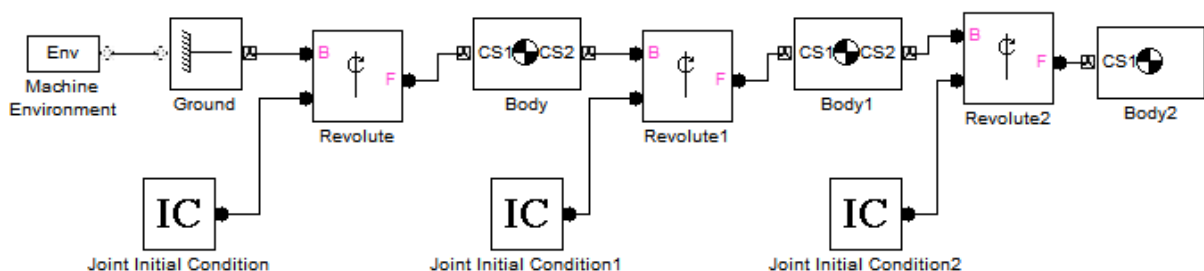


Рис. 3. Модель одной конечности в SimMechanics